

日 本 国 特 許
JAPAN PATENT OFFICE

Hirokazu KAMEYAMA, et al. Q77095
VIDEO IMAGE SYNTHESIS...
Filing Date: August 25, 2003
Darryl Mexic 202-663-7909

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-249212

[ST.10/C]:

[JP2002-249212]

出 願 人

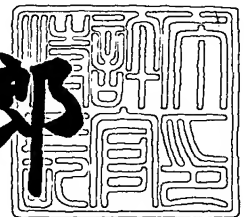
Applicant(s):

富士写真フイルム株式会社

2003年 4月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3028642

【書類名】 特許願

【整理番号】 P27179J

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G06T 3/40

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 亀山 祐和

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 動画像合成方法および装置並びにプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 動画像から連続する 2 つのフレームをサンプリングし、

該 2 つのフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

該対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像または前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 1 の補間フレームを取得し、

前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームを取得し、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出し、

該相関値に基づいて、前記第 1 の補間フレームと前記第 2 の補間フレームとを合成する際に、前記相関が大きいほど前記第 1 の補間フレームの重みを大きくする重み係数を取得し、

該重み係数に基づいて前記第 1 の補間フレームおよび前記第 2 の補間フレームを重み付け合成することにより合成フレームを作成することを特徴とする動画像合成方法。

【請求項 2】 動画像から連続する 3 以上のフレームをサンプリングし、

該 3 以上のフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の

矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の複数の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記複数の他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

該対応関係に基づいて、前記複数の他のフレームの前記パッチ内の画像または前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い複数の第 1 の補間フレームを取得し、

前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームを前記複数の第 1 の補間フレームと対応付けて 1 または複数取得し、

前記対応関係に基づいて、前記複数の他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して複数の座標変換済みフレームを取得し、

該複数の座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関をそれぞれ表す相関値を算出し、

該相関値に基づいて、互いに対応する前記第 1 の補間フレームと前記第 2 の補間フレームとを合成する際に、前記相関が大きいほど前記第 1 の補間フレームの重みを大きくする重み係数を取得し、

該重み係数に基づいて互いに対応する前記第 1 の補間フレームおよび前記第 2 の補間フレームを重み付け合成することにより中間合成フレームを取得し、該中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成することを特徴とする動画像合成方法。

【請求項 3】 前記相関値が前記各フレームを構成する画素毎に算出される場合、前記相関値をフィルタリングしてフィルタリング済み相関値を算出し、

該フィルタリング済み相関値に基づいて前記重み係数を取得することを特徴と

する請求項 1 または 2 記載の動画像合成方法。

【請求項 4】 前記相関値が前記各フレームを構成する画素毎に算出される場合、

前記重み係数に対して補間演算を施して前記第 1 および第 2 の補間フレームを構成する全ての画素についての重み係数を取得することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の動画像合成方法。

【請求項 5】 前記重み係数を、前記相関値を横軸に、前記重み係数を縦軸に設定した非線形テーブルを参照して取得することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の動画像合成方法。

【請求項 6】 前記対応関係の推定、前記第 1 の補間フレームの取得、前記第 2 の補間フレームの取得、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記重み係数の取得および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも 1 つの成分を用いて行うことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の動画像合成方法。

【請求項 7】 動画像から連続する 2 つのフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該 2 つのフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

該対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像または前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 1 の補間フレームを取得する第 1 の補間手段と、

前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームを取得する第 2 の補間手段と

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する相関値算出手段と、

該相関値に基づいて、前記第 1 の補間フレームと前記第 2 の補間フレームとを合成する際に、前記相関が大きいほど前記第 1 の補間フレームの重みを大きくする重み係数を取得する重み係数取得手段と、

該重み係数に基づいて前記第 1 の補間フレームおよび前記第 2 の補間フレームを重み付け合成することにより合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とする動画像合成装置。

【請求項 8】 動画像から連続する 3 以上のフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該 3 以上のフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の複数の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記複数の他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

該対応関係に基づいて、前記複数の他のフレームの前記パッチ内の画像または前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い複数の第 1 の補間フレームを取得する第 1 の補間手段と、

前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームを前記複数の第 1 の補間フレームと対応付けて 1 または複数取得する第 2 の補間手段と、

前記対応関係に基づいて、前記複数の他のフレームの前記パッチ内の画像を前

記基準フレームの座標空間に座標変換して複数の座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該複数の座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関をそれぞれ表す相関値を算出する相関値算出手段と、

該相関値に基づいて、互いに対応する前記第 1 の補間フレームと前記第 2 の補間フレームとを合成する際に、前記相関が大きいほど前記第 1 の補間フレームの重みを大きくする重み係数を取得する重み係数取得手段と、

該重み係数に基づいて互いに対応する前記第 1 の補間フレームおよび前記第 2 の補間フレームを重み付け合成することにより中間合成フレームを取得し、該中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とする動画像合成装置。

【請求項 9】 前記相関値が前記各フレームを構成する画素毎に算出される場合、前記相関値をフィルタリングしてフィルタリング済み相関値を算出するフィルタリング手段をさらに備え、

前記重み係数取得手段は、該フィルタリング済み相関値に基づいて前記重み係数を取得する手段であることを特徴とする請求項 7 または 8 記載の動画像合成装置。

【請求項 10】 前記相関値が前記各フレームを構成する画素毎に算出されてなる場合、

前記重み係数取得手段は、前記重み係数に対して補間演算を施して前記第 1 および第 2 の補間フレームを構成する全ての画素についての重み係数を取得する手段であることを特徴とする請求項 7 から 9 のいずれか 1 項記載の動画像合成装置。

【請求項 11】 前記重み係数取得手段は、前記重み係数を、前記相関値を横軸に、前記重み係数を縦軸に設定した非線形テーブルを参照して取得する手段であることを特徴とする請求項 7 から 10 のいずれか 1 項記載の動画像合成装置。

【請求項 12】 前記対応関係推定手段、前記第 1 の補間手段、前記第 2 の補間手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段、前記重み係数取得手段およ

び前記合成手段は、前記対応関係の推定、前記第 1 の補間フレームの取得、前記第 2 の補間フレームの取得、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記重み係数の取得および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも 1 つの成分を用いて行う手段であることを特徴とする請求項 7 から 11 のいずれか 1 項記載の動画像合成装置。

【請求項 13】 動画像から連続する 2 つのフレームをサンプリングする手順と、

該 2 つのフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する手順と、

該対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像または前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 1 の補間フレームを取得する手順と、

前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームを取得する手順と、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する手順と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する手順と、

該相関値に基づいて、前記第 1 の補間フレームと前記第 2 の補間フレームとを合成する際に、前記相関が大きいほど前記第 1 の補間フレームの重みを大きくする重み係数を取得する手順と、

該重み係数に基づいて前記第 1 の補間フレームおよび前記第 2 の補間フレームを重み付け合成することにより合成フレームを作成する手順とを有する動画像合

成方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 1 4】 動画像から連続する 3 以上のフレームをサンプリングする手順と、

該 3 以上のフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の複数の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記複数の他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する手順と、

該対応関係に基づいて、前記複数の他のフレームの前記パッチ内の画像または前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い複数の第 1 の補間フレームを取得する手順と、

前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームを前記複数の第 1 の補間フレームと対応付けて 1 または複数取得する手順と、

前記対応関係に基づいて、前記複数の他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して複数の座標変換済みフレームを取得し、

該複数の座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関をそれぞれ表す相関値を算出する手順と、

該相関値に基づいて、互いに対応する前記第 1 の補間フレームと前記第 2 の補間フレームとを合成する際に、前記相関が大きいほど前記第 1 の補間フレームの重みを大きくする重み係数を取得する手順と、

該重み係数に基づいて互いに対応する前記第 1 の補間フレームおよび前記第 2 の補間フレームを重み付け合成することにより中間合成フレームを取得し、該中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する手順とを有する動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 1 5】 前記相関値が前記各フレームを構成する画素毎に算出されてなる場合、前記相関値をフィルタリングしてフィルタリング済み相関値を算出する手順をさらに有し、

前記重み係数を取得する手順は、該フィルタリング済み相関値に基づいて前記重み係数を取得する手順である請求項 1 3 または 1 4 記載のプログラム。

【請求項 1 6】 前記相関値が前記各フレームを構成する画素毎に算出されてなる場合、

前記重み係数を取得する手順は、前記重み係数に対して補間演算を施して前記第 1 および第 2 の補間フレームを構成する全ての画素についての重み係数を取得する手順である請求項 1 3 から 1 5 のいずれか 1 項記載のプログラム。

【請求項 1 7】 前記重み係数を取得する手順は、前記重み係数を、前記相関値を横軸に、前記重み係数を縦軸に設定した非線形テーブルを参照して取得する手順である請求項 1 3 から 1 6 のいずれか 1 項記載のプログラム。

【請求項 1 8】 前記対応関係を推定する手順、前記第 1 の補間フレームを取得する手順、前記第 2 の補間フレームを取得する手順、前記座標変換済みフレームを取得する手順、前記相関値を算出する手順、前記重み係数を取得する手順および前記合成フレームを作成する手順は、前記対応関係の推定、前記第 1 の補間フレームの取得、前記第 2 の補間フレームの取得、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記重み係数の取得および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも 1 つの成分を用いて行う手順である請求項 1 3 から 1 7 のいずれか 1 項記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、動画をサンプリングすることにより得られた連続する複数のフレームを合成して、サンプリングしたフレームよりも高解像度の 1 の合成フレームを作成する動画合成方法および装置並びに動画合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年のデジタルビデオカメラの普及により、動画像を1フレーム単位で扱うことが可能となっている。このような動画像のフレームをプリント出力する際には、画質を向上させるためにフレームを高解像度にする必要がある。このため、動画像からサンプリングした複数のフレームから、これらのフレームよりも高解像度の1の合成フレームを作成する方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この方法は、複数のフレーム間の動ベクトルを求め、この動ベクトルに基づいて、複数のフレームから合成フレームを合成する際に、画素間に内挿する信号値を算出する方法である。とくに特許文献1に記載された方法では、各フレームを複数のブロックに分割し、フレーム間で対応するブロックの直交座標係数を算出し、この直交座標係数における高周波の情報を他のブロックにおける低周波の情報と合成して内挿される画素値を算出しているため、必要な情報が低減されることなく、高画質の合成フレームを得ることができる。また、この方法においては、画素間距離よりもさらに細かい分解能にて動ベクトルを算出しているため、フレーム間の動きを正確に補償してより高画質の合成フレームを得ることができる。

【0003】

また、複数のフレームのうち一のフレームを基準フレームとし、基準フレームに1または複数の矩形領域からなる基準パッチを、基準フレーム以外の他のフレームに基準パッチと同様のパッチを配置し、パッチ内の画像が基準パッチ内の画像と一致するようにパッチを他のフレーム上において移動および／または変形し、移動および／または変形後のパッチおよび基準パッチに基づいて、他のフレーム上のパッチ内の画素と基準フレーム上の基準パッチ内の画素との対応関係を推定して複数フレームをより精度よく合成する方法も提案されている（例えば、非特許文献1参照）。

【0004】

非特許文献1の方法においては、基準フレームと他のフレームとの対応関係を推定し、推定後、他のフレームと基準フレームとを、最終的に必要な解像度を有する統合画像上に割り当てることにより、高精細な合成フレームを得ることがで

きる。

【0005】

【特許文献1】

特開2000-354244号公報

【0006】

【非特許文献1】

中沢祐二、小松隆、斉藤隆弘、「フレーム間統合による高精細デジタル画像の獲得」、テレビジョン学会誌、1995年、Vol. 49, No. 3, p 299-308

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、非特許文献1に記載された方法においては、他のフレームに含まれる被写体の動きが非常に大きい場合や、局所的に含まれる被写体が複雑な動きをしていたり非常に高速で動いている場合には、被写体の動きにパッチの移動および／または変形が追従できない場合がある。このように、パッチの移動および／または変形が被写体の移動および／または変形に追従できないと、合成フレームの全体がぼけたり、フレームに含まれる動きの大きい被写体がぼけたりするため、高画質の合成フレームを得ることができないという問題がある。

【0008】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず、画質の劣化を抑えた合成フレームを得ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明による第1の動画像合成方法は、動画像から連続する2つのフレームをサンプリングし、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／また

は変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

該対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像または前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 1 の補間フレームを取得し、

前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームを取得し、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出し、

該相関値に基づいて、前記第 1 の補間フレームと前記第 2 の補間フレームとを合成する際に、前記相関が大きいほど前記第 1 の補間フレームの重みを大きくする重み係数を取得し、

該重み係数に基づいて前記第 1 の補間フレームおよび前記第 2 の補間フレームを重み付け合成することにより合成フレームを作成することを特徴とするものである。

【 0 0 1 0 】

「相関値」は、座標変換済みフレームと基準フレームの基準パッチ内の画像との各画素毎に算出してもよいが、相対応する局所領域毎、パッチの矩形領域毎、あるいはフレーム単位で算出してもよい。この場合、重み係数は相関値を算出した単位毎、すなわち画素毎、局所領域毎、矩形領域毎あるいはフレーム毎に取得される。

【 0 0 1 1 】

本発明による第 2 の動画像合成方法は、動画像から連続する 3 以上のフレームをサンプリングし、

該 3 以上のフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の

矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の複数の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記複数の他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

該対応関係に基づいて、前記複数の他のフレームの前記パッチ内の画像または前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い複数の第 1 の補間フレームを取得し、

前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームを前記複数の第 1 の補間フレームと対応付けて 1 または複数取得し、

前記対応関係に基づいて、前記複数の他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して複数の座標変換済みフレームを取得し、

該複数の座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関をそれぞれ表す相関値を算出し、

該相関値に基づいて、互いに対応する前記第 1 の補間フレームと前記第 2 の補間フレームとを合成する際に、前記相関が大きいほど前記第 1 の補間フレームの重みを大きくする重み係数を取得し、

該重み係数に基づいて互いに対応する前記第 1 の補間フレームおよび前記第 2 の補間フレームを重み付け合成することにより中間合成フレームを取得し、該中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成することを特徴とするものである。

【 0 0 1 2 】

ここで、本発明による第 2 の動画像合成方法においては、相関値は他のフレームに対応して複数算出されるが、複数の相関値の平均値や中間値を算出し、これを重み係数を取得するために用いてもよい。

【 0 0 1 3 】

また、「第2の補間フレームを第1の補間フレームと対応付けて複数取得する」とは、1の第1の補間フレームにおける画素値を有する画素位置と同様の画素位置に、基準パッチ内の画素値を補間演算により割り当てることによりその第1の補間フレームに対応する第2の補間フレームを取得し、さらにこの処理を複数の第1の補間フレームのそれぞれについて行って、第1の補間フレームと同数の第2の補間フレームを取得することをいう。

【 0 0 1 4 】

一方、「第2の補間フレームを第1の補間フレームと対応付けて1取得する」とは、第1の補間フレームにおける画素値を有する画素位置に拘わらず、例えば第2の補間フレームにおける整数画素位置のような所定の画素位置に基準パッチ内の画素値を補間演算により割り当てて1つの第2の補間フレームを取得することをいう。この場合、複数の第1の補間フレームのそれぞれの画素位置の画素値と、これに最も近い第2の補間フレームにおける所定の画素位置の画素値とが互いに対応付けられることとなる。

【 0 0 1 5 】

なお、本発明による第1および第2の動画像合成方法においては、前記相関値が前記各フレームを構成する画素毎に算出されてなる場合、前記相関値をフィルタリングしてフィルタリング済み相関値を算出し、

該フィルタリング済み相関値に基づいて前記重み係数を取得してもよい。

【 0 0 1 6 】

「フィルタリング」とは、相関値の変化を滑らかにするフィルタリングを意味し、具体的にはローパスフィルタ、メディアンフィルタ、最大値フィルタまたは最小値フィルタ等を用いることができる。

【 0 0 1 7 】

また、本発明による第1および第2の動画像合成方法においては、前記相関値が前記各フレームを構成する画素毎に算出されてなる場合、

前記重み係数に対して補間演算を施して前記第1および第2の補間フレームを構成する全ての画素についての重み係数を取得してもよい。

【 0 0 1 8 】

すなわち、補間演算により各フレームよりも画素数が多い第1および第2の補間フレームが得られるが、重み係数はサンプリングしたフレームの画素にのみ対応して求められる。このため、その近傍の画素について取得された重み係数に対して補間演算を施して、増加した画素についての重み係数を求めるようにしてもよい。また、補間演算により増加した画素については、増加した画素の近傍にある元々存在する画素について取得された重み係数を用いて重み付け合成を行ってもよい。

【 0 0 1 9 】

また、本発明による第1および第2の動画像合成方法においては、前記重み係数を、前記相関値を横軸に、前記重み係数を縦軸に設定した非線形テーブルを参照して取得してもよい。

【 0 0 2 0 】

「非線形テーブル」としては、相関値を横軸に重み係数を縦軸に設定した場合に、値が変化する境界部分において滑らかかつ緩やかに値が変化するテーブルを用いることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

また、本発明による第1および第2の動画像合成方法においては、前記対応関係の推定、前記第1の補間フレームの取得、前記第2の補間フレームの取得、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記重み係数の取得および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも1つの成分を用いて行ってもよい。

【 0 0 2 2 】

「フレームを構成する少なくとも1つの成分」とは、例えばフレームがRGBの3つの色データからなる場合においてはRGB各色成分のうちの少なくとも1つの成分であり、YCC輝度色差成分からなる場合には、輝度および色差の各成分のうちの少なくとも1つの成分、好ましくは輝度成分である。

【 0 0 2 3 】

本発明による第1の動画像合成装置は、動画像から連続する2つのフレームを

サンプリングするサンプリング手段と、

該 2 つのフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

該対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像または前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 1 の補間フレームを取得する第 1 の補間手段と、

前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームを取得する第 2 の補間手段と

、
前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する相関値算出手段と、

該相関値に基づいて、前記第 1 の補間フレームと前記第 2 の補間フレームとを合成する際に、前記相関が大きいほど前記第 1 の補間フレームの重みを大きくする重み係数を取得する重み係数取得手段と、

該重み係数に基づいて前記第 1 の補間フレームおよび前記第 2 の補間フレームを重み付け合成することにより合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 4 】

本発明による第 2 の動画像合成装置は、動画像から連続する 3 以上のフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該 3 以上のフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の複数の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記複数の他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

該対応関係に基づいて、前記複数の他のフレームの前記パッチ内の画像または前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い複数の第 1 の補間フレームを取得する第 1 の補間手段と、

前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームを前記複数の第 1 の補間フレームと対応付けて 1 または複数取得する第 2 の補間手段と、

前記対応関係に基づいて、前記複数の他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して複数の座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該複数の座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関をそれぞれ表す相関値を算出する相関値算出手段と、

該相関値に基づいて、互いに対応する前記第 1 の補間フレームと前記第 2 の補間フレームとを合成する際に、前記相関が大きいほど前記第 1 の補間フレームの重みを大きくする重み係数を取得する重み係数取得手段と、

該重み係数に基づいて互いに対応する前記第 1 の補間フレームおよび前記第 2 の補間フレームを重み付け合成することにより中間合成フレームを取得し、該中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 5 】

なお、本発明による第 1 および第 2 の動画像合成装置においては、前記相関値が前記各フレームを構成する画素毎に算出されてなる場合、前記相関値をフィル

タリングしてフィルタリング済み相関値を算出するフィルタリング手段をさらに備えるものとし、

前記重み係数取得手段を、該フィルタリング済み相関値に基づいて前記重み係数を取得する手段としてもよい。

【 0 0 2 6 】

また、本発明による第 1 および第 2 の動画像合成装置においては、前記相関値が前記各フレームを構成する画素毎に算出されてなる場合、

前記重み係数取得手段を、前記重み係数に対して補間演算を施して前記第 1 および第 2 の補間フレームを構成する全ての画素についての重み係数を取得する手段としてもよい。

【 0 0 2 7 】

また、本発明による第 1 および第 2 の動画像合成装置においては、前記重み係数取得手段を、前記重み係数を、前記相関値を横軸に、前記重み係数を縦軸に設定した非線形テーブルを参照して取得する手段としてもよい。

【 0 0 2 8 】

また、本発明による第 1 および第 2 の動画像合成装置においては、前記対応関係推定手段、前記第 1 の補間手段、前記第 2 の補間手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段、前記重み係数取得手段および前記合成手段を、前記対応関係の推定、前記第 1 の補間フレームの取得、前記第 2 の補間フレームの取得、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記重み係数の取得および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも 1 つの成分を用いて行う手段としてもよい。

【 0 0 2 9 】

なお、本発明による第 1 および第 2 の動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして提供してもよい。

【 0 0 3 0 】

【発明の効果】

本発明によれば、動画像がサンプリングされて連続する複数のフレームが取得され、複数のフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の

矩形領域からなる基準パッチが配置される。また、基準フレーム以外の他のフレーム上に、基準パッチと同様のパッチが配置される。そして、パッチ内の画像が基準パッチ内の画像と一致するように移動および／または変形され、移動および／または変形後のパッチおよび基準パッチに基づいて、他のフレームの上のパッチ内の画素と基準フレーム上の基準パッチ内の画素との対応関係が推定される。

【 0 0 3 1 】

そして推定された対応関係に基づいて、他のフレームのパッチ内の画像または他のフレームのパッチ内の画像および基準フレームの基準パッチ内の画像に対して補間演算が施されて、各フレームよりも解像度が高い第 1 の補間フレームが取得される。なお、フレームが 3 以上サンプリングされた場合は、複数の第 1 の補間フレームが取得される。この第 1 の補間フレームは、各フレームに含まれる被写体の動きが小さい場合には、各フレームよりも解像度が高い高精細な画像を表すものとなるが、各フレームに含まれる被写体の動きが大きかったり動きが複雑な場合には、動いている被写体がぼけてしまっているものとなる。

【 0 0 3 2 】

また、基準フレームの基準パッチ内の画像に対して補間演算が施されて各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームが取得される。なお、フレームが 3 以上サンプリングされた場合は、複数の第 1 の補間フレームに対応して 1 または複数の第 2 の補間フレームが取得される。この第 2 の補間フレームは第 1 の補間フレームと比較して 1 つのフレームのみしか補間演算に用いていないため、精細さは第 1 の補間フレームより劣るものの、1 つのフレームのみから得られるものであるため、被写体が大きく動いていても動きが複雑であっても、その被写体はそれほどぼけたものとはならない。

【 0 0 3 3 】

さらに、対応関係に基づいて他のフレームのパッチ内の画像が基準フレームの座標空間に座標変換されて座標変換済みフレームが取得され、座標変換済みフレームと基準フレームの基準パッチ内の画像との相関を表す相関値が算出され、さらに相関値に基づいて第 1 の補間フレームと第 2 の補間フレームとを合成する際の重み係数が算出される。この重み係数は座標変換済みフレームと基準フレーム

との相関が大きいほど第1の補間フレームの重みが大きくされてなるものである。なお、フレームが3以上サンプリングされた場合は、他のフレーム毎に座標変換済みフレーム、相関値および重み係数が取得される。

【0034】

ここで、各フレームに含まれる被写体の動きが小さければ、座標変換済みフレームと基準フレームとの相関は大きくなるが、被写体の動きが大きかったり複雑であったりすると、座標変換済みフレームと基準フレームとの相関は小さくなる。したがって、取得された重み係数に基づいて第1の補間フレームおよび第2の補間フレームを重み付け合成することにより、動きが小さい場合は高精細な第1の補間フレームが占める割合が多く、動きが大きい場合には動きのある被写体のぼけが少ない第2の補間フレームの占める割合が多い合成フレームが作成される。なお、フレームが3以上サンプリングされた場合は、対応する第1および第2の補間フレームが合成されて中間合成フレームが取得され、さらに中間合成フレームが合成されて合成フレームが取得される。

【0035】

このため、合成フレームは、フレームに含まれる被写体の動きが大きい場合には被写体のぼけが少なく、被写体の動きが小さい場合には高精細なものとなり、これにより、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず、高画質の合成フレームを得ることができる。

【0036】

請求項3, 9, 15の発明によれば、相関値が各フレームを構成する画素毎に算出されてなる場合、相関値がフィルタリングされてフィルタリング済み相関値が算出され、このフィルタリング済み相関値に基づいて重み係数が取得される。このため、フレームの座標空間における重み係数の変化が滑らかになり、その結果、相関が変化する局所領域における画像の変化を滑らかにすることができ、これにより、合成フレームの見え方を自然なものとすることができる。

【0037】

請求項4, 10, 16の発明によれば、相関値が各フレームを構成する画素毎に算出されてなる場合、重み係数に対して補間演算を施して第1および第2の補

間フレームを構成する全ての画素についての重み係数が取得される。このため、補間演算により増加した画素についてもその画素について取得された重み係数により重み付け合成がなされるため、相関が変化する局所領域において画像の変化を自然なものとすることができる。

【 0 0 3 8 】

請求項 5, 11, 17 の発明によれば、重み係数が、相関値を横軸に重み係数を縦軸に設定した非線形テーブルを参照することにより取得される。このため、相関が変化する局所領域において合成フレームの見え方を自然なものとすることができる。

【 0 0 3 9 】

請求項 6, 12, 18 の発明によれば、対応関係の推定、第 1 の補間フレームの取得、第 2 の補間フレームの取得、座標変換済みフレームの取得、相関値の算出、重み係数の取得および合成フレームの作成がフレームを構成する少なくとも 1 つの成分を用いて行われる。このため、各成分毎に画質の劣化を低減した合成フレームを得ることができ、これにより、各成分毎の合成フレームからなる高画質の合成フレームを得ることができる。

【 0 0 4 0 】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図 1 は本発明の第 1 の実施形態による動画像合成装置の構成を示す概略ブロック図である。図 1 に示すように、本実施形態による動画像合成装置は、入力された動画像データ M 0 から複数のフレームをサンプリングするサンプリング手段 1 と、複数のフレームのうち、基準となる 1 の基準フレームの画素および基準フレーム以外の他のフレームの画素の対応関係を推定する対応関係推定手段 2 と、対応関係推定手段 2 において推定された対応関係に基づいて、他のフレームをそれぞれ基準フレームの座標空間上に座標変換して座標変換済みフレーム F r T 0 を取得する座標変換手段 3 と、対応関係推定手段 2 において推定された対応関係に基づいて、他のフレームに対して補間演算を施して各フレームよりも解像度が高い第 1 の補間フレーム F r H 1 を取得する時空間補間手段 4 と、基準フレームに対して補間演算を施し

て各フレームよりも解像度が高い第2の補間フレーム $FrH2$ を取得する空間補間手段5と、座標変換済みフレーム $FrT0$ と基準フレームとの相関を表す相関値を算出する相関値算出手段6と、第1の補間フレーム $H1$ と第2の補間フレーム $FrH2$ とを重み付け加算するための重み係数を相関値算出手段6において算出された相関値に基づいて算出する重み算出手段7と、重み算出手段7において算出された重み係数に基づいて第1および第2の補間フレーム $FrH1$ 、 $FrH2$ を重み付け加算して合成フレーム FrG を取得する合成手段8とを備える。なお、本実施形態において合成フレーム FrG はサンプリングしたフレームの縦横それぞれ2倍の画素を有するものとする。なお、以降では、合成フレーム FrG はサンプリングしたフレームの縦横それぞれ2倍の画素数を有する場合について説明するが、 n 倍（ n ：正数）の画素数を有するものであってもよい。

【0041】

サンプリング手段1は、動画像データ $M0$ から複数のフレームをサンプリングするが、本実施形態においては動画像データ $M0$ から2つのフレーム FrN およびフレーム $FrN+1$ をサンプリングするものとする。なお、フレーム FrN を基準フレームとする。ここで、動画像データ $M0$ はカラーの動画像を表すものであり、フレーム FrN 、 $FrN+1$ は Y 、 Cb 、 Cr の輝度色差成分からなるものとする。なお、以降の説明において、 Y 、 Cb 、 Cr の各成分に対して処理が行われるが、行われる処理は全ての成分について同様であるため、本実施形態においては輝度成分 Y の処理について詳細に説明し、色差成分 Cb 、 Cr に対する処理については説明を省略する。

【0042】

対応関係推定手段2は、以下のようにしてフレーム $FrN+1$ と基準フレーム FrN との対応関係を推定する。図2はフレーム $FrN+1$ と基準フレーム FrN との対応関係の推定を説明するための図である。なお、図2において、基準フレーム FrN に含まれる円形の被写体が、フレーム $FrN+1$ においては図面上右側に若干移動しているものとする。

【0043】

まず、対応関係推定手段2は、基準フレーム FrN 上に1または複数の矩形領

域からなる基準パッチ P_0 を配置する。図 2 (a) は、基準フレーム Fr_N 上に基準パッチ P_0 が配置された状態を示す図である。図 2 (a) に示すように、本実施形態においては、基準パッチ P_0 は 4×4 の矩形領域からなるものとする。次いで、図 2 (b) に示すように、フレーム Fr_{N+1} の適当な位置に基準パッチ P_0 と同様のパッチ P_1 を配置し、基準パッチ P_0 内の画像とパッチ P_1 内の画像との相関を表す相関値を算出する。なお、相関値は下記の式 (1) により平均二乗誤差として算出することができる。また、座標軸は紙面左右方向に x 軸、紙面上下方向に y 軸をとるものとする。

【数 1】

$$E = \frac{1}{N} \sum_i^N (p_i - q_i)^2 \quad (1)$$

但し、 E : 相関値

p_i, q_i : 基準パッチ P_0, P_1 内にそれぞれ対応する画素の画素値

N : 基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 内の画素数

【0044】

次いで、フレーム Fr_{N+1} 上のパッチ P_1 を上下左右の 4 方向に一定画素 $\pm \Delta x, \pm \Delta y$ 移動し、このときのパッチ P_1 内の画像と基準フレーム Fr_N 上の基準パッチ P_0 内の画像との相関値を算出する。ここで、相関値は上下左右方向のそれぞれについて算出され、各相関値をそれぞれ $E(\Delta x, 0), E(-\Delta x, 0), E(0, \Delta y), E(0, -\Delta y)$ とする。

【0045】

そして、移動後の 4 つの相関値 $E(\Delta x, 0), E(-\Delta x, 0), E(0, \Delta y), E(0, -\Delta y)$ から相関値が小さく（すなわち相関が大きく）なる勾配方向を相関勾配として求め、この方向に予め設定した実数値倍だけ図 2 (c) に示すようにパッチ P_1 を移動する。具体的には、下記の式 (2) により係数 $C(\Delta x, 0), C(-\Delta x, 0), C(0, \Delta y), C(0, -\Delta y)$ を算出し、これらの係数 $C(\Delta x, 0), C(-\Delta x, 0), C(0, \Delta y), C(0, -\Delta y)$ から下記の式 (3), (4) により相関勾配 g_x, g_y を算出する。

【 0 0 4 6 】

【数 2】

$$c(\Delta x, \Delta y) = \sqrt{E(\Delta x, \Delta y)} / 255 \quad (2)$$

$$g_x = \frac{c(\Delta x, 0) - c(-\Delta x, 0)}{2} \quad (3)$$

$$g_y = \frac{c(0, \Delta y) - c(0, -\Delta y)}{2} \quad (4)$$

【 0 0 4 7 】

そして、算出された相関勾配 g_x , g_y に基づいてパッチ P 1 の全体を $(-\lambda_1 g_x, -\lambda_1 g_y)$ 移動し、さらに上記と同様の処理を繰り返すことにより、図 2 (d) に示すようにパッチ P 1 がある位置に収束するまで反復的にパッチ P 1 を移動する。ここで、 λ_1 は収束の速さを決定するパラメータであり、実数値をとるものとする。なお、 λ_1 をあまり大きな値とすると反復処理により解が発散してしまうため、適当な値 (例えば 10) を選ぶ必要がある。

【 0 0 4 8 】

さらに、パッチ P 1 の格子点を座標軸に沿った 4 方向に一定画素移動させる。このとき、移動した格子点を含む矩形領域は例えば図 3 に示すように変形する。そして、変形した矩形領域について基準パッチ P 0 の対応する矩形領域との相関値を算出する。この相関値をそれぞれ $E_1(\Delta x, 0)$, $E_1(-\Delta x, 0)$, $E_1(0, \Delta y)$, $E_1(0, -\Delta y)$ とする。

【 0 0 4 9 】

そして、上記と同様に、変形後の 4 つの相関値 $E_1(\Delta x, 0)$, $E_1(-\Delta x, 0)$, $E_1(0, \Delta y)$, $E_1(0, -\Delta y)$ から相関値が小さく (すなわち相関が大きくなる) 勾配方向を求め、この方向に予め設定した実数値倍だけパッチ P 1 の格子点を移動する。これをパッチ P 1 の全ての格子点について行い、これを 1 回の処理とする。そして格子点の座標が収束するまでこの処理を繰り返す。

【 0 0 5 0 】

これにより、パッチ P 1 の基準パッチ P 0 に対する移動量および変形量が求まり、これに基づいて基準パッチ P 0 内の画素とパッチ P 1 内の画素との対応関係を推定することができる。

【 0 0 5 1 】

座標変換手段 3 は以下のようにしてフレーム F r N + 1 を基準フレーム F r N の座標空間に座標変換して座標変換済みフレーム F r T 0 を取得する。なお、以降の説明においては、基準フレーム F r N の基準パッチ P 0 内の領域およびフレーム F r N + 1 のパッチ P 1 内の領域についてのみ変換、補間演算および合成が行われる。

【 0 0 5 2 】

本実施形態においては、座標変換は双 1 次変換を用いて行うものとする。双 1 次変換による座標変換は、下記の式 (5) , (6) により定義される。

【数 3】

$$x = (1 - u)(1 - v)x_1 + (1 - v)ux_2 + (1 - u)vx_3 + uvx_4 \quad (5)$$

$$y = (1 - u)(1 - v)y_1 + (1 - v)uy_2 + (1 - u)vy_3 + uvy_4 \quad (6)$$

【 0 0 5 3 】

式 (5) , (6) は、2 次元座標上の 4 点 (x n , y n) (1 ≤ n ≤ 4) で与えられたパッチ P 1 内の座標を、正規化座標系 (u , v) (0 ≤ u , v ≤ 1) によって補間するものであり、任意の 2 つの矩形内の座標変換は、式 (5) , (6) および式 (5) , (6) の逆変換を組み合わせることにより行うことができる。

【 0 0 5 4 】

ここで、図 4 に示すように、パッチ P 1 (x n , y n) 内の点 (x , y) が対応する基準パッチ P 0 (x ' n , y ' n) 内のどの位置に対応するかを考える。まずパッチ P 1 (x n , y n) 内の点 (x , y) について、正規化座標 (u , v) を求める。これは式 (5) , (6) の逆変換により求める。そしてこのときの (u , v) と対応する基準パッチ P 0 (x ' n , y ' n) を元に、式 (5) , (

6) から点 (x, y) に対応する座標 (x', y') を求める。ここで、点 (x, y) が本来画素値が存在する整数座標であるのに対し、点 (x', y') は本来画素値が存在しない実数座標となる場合があるため、変換後の整数座標における画素値は、基準パッチ P_0 の整数座標に隣接する 8 近傍の整数座標に囲まれた領域を設定し、この領域内に変換された座標 (x', y') の画素値の荷重和として求めるものとする。

【0055】

具体的には、図 5 に示すように基準パッチ P_0 上における整数座標 $b(x, y)$ について、その 8 近傍の整数座標 $b(x-1, y-1)$, $b(x, y-1)$, $b(x+1, y-1)$, $b(x-1, y)$, $b(x+1, y)$, $b(x-1, y+1)$, $b(x, y+1)$, $b(x+1, y+1)$ に囲まれる領域内に変換されたフレーム $FrN+1$ の画素値に基づいて算出する。ここで、フレーム $FrN+1$ の m 個の画素値が 8 近傍の画素に囲まれる領域内に変換され、変換された各画素の画素値を $It_j(x^{\circ}, y^{\circ})$ ($1 \leq j \leq m$) とすると、整数座標 $b(x, y)$ における画素値 $It(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は、下記の式 (7) により算出することができる。なお、式 (7) において ϕ は荷重和演算を表す関数である。

【数 4】

$$\begin{aligned}
 It(x^{\wedge}, y^{\wedge}) &= \phi(It_j(x^{\circ}, y^{\circ})) \\
 &= \{ (W_1 \times It_1(x^{\circ}, y^{\circ}) + W_2 \times It_2(x^{\circ}, y^{\circ}) + \dots + W_m \times It_m(x^{\circ}, y^{\circ})) \} / (W_1 + W_2 + \dots + W_m) \\
 &= \frac{\sum_{j=1}^m W_i \times It_j(x^{\circ}, y^{\circ})}{\sum_{j=1}^m W_i} \quad (7)
 \end{aligned}$$

但し、 W_i ($1 \leq j \leq m$) : 画素値 $It_j(x^{\circ}, y^{\circ})$ が割り当てられた位置における近傍の整数画素から見た座標内分比の積

【0056】

ここで、簡単のため、図 5 を用いて 8 近傍の画素に囲まれる領域内にフレーム $FrN+1$ の 2 つの画素値 It_1 , It_2 が変換された場合について考えると、整数座標 $b(x, y)$ における画素値 $It(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は下記の式 (8) によ

り算出することができる。

【数 5】

$$I_t(\hat{x}, \hat{y}) = \frac{1}{W_1 + W_2} = (W_1 \times I_{t1} + W_2 \times I_{t2}) \quad (8)$$

但し、 $W_1 = u \times v$ 、 $W_2 = (1 - s) \times (1 - t)$

【0 0 5 7】

以上の処理をパッチ P 1 内の全ての画素について行うことにより、パッチ P 1 内の画像が基準フレーム F r N の座標空間に変換されて、座標変換済みフレーム F r T 0 が得られる。

【0 0 5 8】

時空間補間手段 4 は、フレーム F r N + 1 に対して補間演算を施して第 1 の補間フレーム F r H 1 を取得する。具体的には、まず図 6 に示すように、最終的に必要な画素数を有する統合画像（本実施形態においては、フレーム F r N、F r N + 1 の縦横それぞれ 2 倍の画素数を有する場合について説明するが、n 倍（n：正数）の画素数を有するものであってもよい）を用意し、対応関係推定手段 2 において求められた対応関係に基づいて、フレーム F r N + 1（パッチ P 1 内の領域）の画素の画素値を統合画像上に割り当てる。この割り当てを行う関数を Π とすると、下記の式（9）によりフレーム F r N + 1 の各画素の画素値が統合画像上に割り当てられる。

【0 0 5 9】

◎

【数 6】

$$I_{1N+1}(x^{\circ}, y^{\circ}) = \Pi(F_{rN+1}(x, y)) \quad (9)$$

但し、 $I_{1N+1}(x^{\circ}, y^{\circ})$ ：統合画像上に割り当てられたフレーム F r N + 1 の画素値

$F_{rN+1}(x, y)$ ：フレーム F r N + 1 の画素値

【0 0 6 0】

このように統合画像上にフレーム F r N + 1 の画素値を割り当てることにより

画素値 $I_{1N+1}(x^{\circ}, y^{\circ})$ を得、各画素について $I_1(x^{\circ}, y^{\circ}) (= I_{1N+1}(x^{\circ}, y^{\circ}))$ の画素値を有する第 1 の補間フレーム $FrH1$ を取得する。

【0061】

ここで、画素値を統合画像上に割り当てる際に、統合画像の画素数とフレーム $FrN+1$ の画素数との関係によっては、フレーム $FrN+1$ 上の各画素が統合画像の整数座標（すなわち画素値が存在すべき座標）に対応しない場合がある。本実施形態においては、後述するように合成時において統合画像の整数座標における画素値を求めるものであるが、以下、合成時の説明を容易にするために統合画像の整数座標における画素値の算出について説明する。

【0062】

統合画像の整数座標における画素値は、統合画像の整数座標に隣接する 8 近傍の整数座標に囲まれた領域を設定し、この領域内に割り当てられたフレーム $FrN+1$ 上の各画素の画素値の荷重和として求める。

【0063】

すなわち、図 7 に示すように統合画像における整数座標 $p(x, y)$ については、その 8 近傍の整数座標 $p(x-1, y-1)$, $p(x, y-1)$, $p(x+1, y-1)$, $p(x-1, y)$, $p(x+1, y)$, $p(x-1, y+1)$, $p(x, y+1)$, $p(x+1, y+1)$ に囲まれる領域内に割り当てられたフレーム $FrN+1$ の画素値に基づいて算出する。ここで、フレーム $FrN+1$ の k 個の画素値が 8 近傍の画素に囲まれる領域内に割り当てられ、割り当てられた各画素の画素値を $I_{1N+1i}(x^{\circ}, y^{\circ})$ ($1 \leq i \leq k$) とすると、整数座標 $p(x, y)$ における画素値 $I_{1N+1}(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は、下記の式 (10) により算出することができる。なお、式 (10) において Φ は荷重和演算を表す関数である。

【数 7】

$$\begin{aligned}
 I_{1N+1}(x^{\wedge}, y^{\wedge}) &= \Phi(I_{1N+1}(x^{\circ}, y^{\circ})) \\
 &= \{(M_1 \times I_{1N+1}(x^{\circ}, y^{\circ}) + M_2 \times I_{1N+2}(x^{\circ}, y^{\circ}) + \dots + M_k \times I_{1N+k}(x^{\circ}, y^{\circ})\} / (M_1 + M_2 + \dots + M_k) \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^k M_i \times I_{1N+1i}(x^{\circ}, y^{\circ})}{\sum_{i=1}^k M_i} \quad (10)
 \end{aligned}$$

但し、 M_i ($1 \leq i \leq k$) : 画素値 $I_{1N+1i}(x^{\circ}, y^{\circ})$ が割り当てられた位置における近傍の整数画素から見た座標内分比の積

【0064】

ここで、簡単のため、図7を用いて8近傍の画素に囲まれる領域内にフレーム Fr_{N+1} の2つの画素値 I_{1N+11} 、 I_{1N+12} が割り当てられた場合について考えると、整数座標 $p(x, y)$ における画素値 $I_{1N+1}(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は下記の式(11)により算出することができる。

【数 8】

$$I_{1N+1}(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = \frac{1}{M_1 + M_2} = (M_1 \times I_{1N+11} + M_2 \times I_{1N+12}) \quad (11)$$

但し、 $M_1 = u \times v$ 、 $M_2 = (1 - s) \times (1 - t)$

【0065】

そして、統合画像の全ての整数座標について、フレーム Fr_{N+1} の画素値を割り当てることにより画素値 $I_{1N+1}(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を得ることができる。この場合、第1の補間フレーム Fr_{H1} の各画素値 $I_1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は $I_{1N+1}(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ となる。

【0066】

なお、上記ではフレーム Fr_{N+1} に対して補間演算を施して第1の補間フレーム Fr_{H1} を取得しているが、フレーム Fr_{N+1} とともに基準フレーム Fr_N をも用いて第1の補間フレーム Fr_{H1} を取得してもよい。この場合、基準フレーム Fr_N の画素は、統合画像の整数座標に補間されて直接割り当てられることとなる。

【 0 0 6 7 】

空間補間手段 5 は、基準フレーム FrN に対して、統合画像上のフレーム $FrN + 1$ の画素が割り当てられた座標（実数座標 (x°, y°) ）に画素値を割り当てる補間演算を施すことにより、第 2 の補間フレーム $FrH2$ を取得する。ここで、第 2 の補間フレーム $FrH2$ の実数座標の画素値を $I2(x^{\circ}, y^{\circ})$ とすると、画素値 $I2(x^{\circ}, y^{\circ})$ は下記の式 (12) により算出される。

【数 9】

$$I2(x^{\circ}, y^{\circ}) = f(FrN(x, y)) \quad (12)$$

但し、 f : 補間演算の関数

【 0 0 6 8 】

なお、補間演算としては、線形補間演算、スプライン補間演算等の種々の補間演算を用いることができる。

【 0 0 6 9 】

また、本実施形態においては、合成フレーム FrG は基準フレーム FrN の縦横それぞれ 2 倍の画素数であるため、基準フレーム FrN に対して縦横方向に画素数を 2 倍とする補間演算を施すことにより、統合画像の画素数と同一の画素数を有する第 2 の補間フレーム $FrH2$ を取得してもよい。この場合、補間演算により得られる画素値は統合画像における整数座標の画素値であり、この画素値を $I2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ とすると、画素値 $I2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は下記の式 (13) により算出される。

【数 10】

$$I2(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = f(FrN(x, y)) \quad (13)$$

【 0 0 7 0 】

相関値算出手段 6 は、座標変換フレーム $FrT0$ と基準フレーム FrN との対応する画素同士の相関値 $d0(x, y)$ を算出する。具体的には下記の式 (14) に示すように、座標変換フレーム $FrT0$ と基準フレーム FrN との対応する画素における画素値 $FrT0(x, y)$ 、 $FrN(x, y)$ との差の絶対値を相関値 $d0(x, y)$ として算出する。なお、相関値 $d0(x, y)$ は座標変換

フレーム $F_r T 0$ と基準フレーム $F_r N$ との相関が大きいほど小さい値となる。

【数 1 1】

$$d0(x, y) = |FrT0(x, y) - FrN(x, y)| \quad (14)$$

【0 0 7 1】

なお、本実施形態では座標変換フレーム $F_r T 0$ と基準フレーム $F_r N$ との対応する画素における画素値 $F_r T 0(x, y)$ 、 $F_r N(x, y)$ との差の絶対値を相関値 $d0(x, y)$ として算出しているが、差の二乗を相関値として算出してもよい。また、相関値を画素毎に算出しているが、座標変換フレーム $F_r T 0$ および基準フレーム $F_r N$ を複数の領域に分割し、領域内の全画素値の平均値または加算値を算出して、領域単位で相関値を得てもよい。また、画素毎に算出された相関値 $d0(x, y)$ のフレーム全体についての平均値または加算値を算出して、フレーム単位で相関値を得てもよい。また、座標変換フレーム $F_r T 0$ および基準フレーム $F_r N$ のヒストグラムをそれぞれ算出し、座標変換フレーム $F_r T 0$ および基準フレーム $F_r N$ のヒストグラムの平均値、メディアン値または標準偏差の差分値、もしくはヒストグラムの差分値の累積和を相関値として用いてもよい。また、基準フレーム $F_r N$ に対する座標変換フレーム $F_r T 0$ の動きを表す動きベクトルを基準フレーム $F_r N$ の各画素または小領域毎に算出し、算出された動ベクトルの平均値、メディアン値または標準偏差を相関値として用いてもよく、動ベクトルのヒストグラムの累積和を相関値として用いてもよい。

【0 0 7 2】

重み算出手段 7 は、相関値算出手段 6 により算出された相関値 $d0(x, y)$ から第 1 の補間フレーム $F_r H 1$ および第 2 の補間フレーム $F_r H 2$ を重み付け加算する際の重み係数 $\alpha(x, y)$ を取得する。具体的には、図 8 に示すテーブルを参照して重み係数 $\alpha(x, y)$ を取得する。なお、図 8 に示すテーブルは、相関値 $d0(x, y)$ が小さい、すなわち座標変換フレーム $F_r T 0$ および基準フレーム $F_r N$ の相関が大きいほど、重み係数 $\alpha(x, y)$ の値が 1 に近いものとなる。なお、ここでは相関値 $d0(x, y)$ は 8 ビットの値をとるものとする

【0073】

さらに、重み算出手段7は、フレーム $F_r N+1$ を統合画像上に割り当てた場合と同様に重み係数 $\alpha(x, y)$ を統合画像上に割り当てることにより、フレーム $F_r N+1$ の画素が割り当てられた座標（実数座標）における重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ を算出する。具体的には、空間補間手段5における補間演算と同様に、重み係数 $\alpha(x, y)$ に対して、統合画像上のフレーム $F_r N+1$ の画素が割り当てられた座標（実数座標 (x°, y°) ）に画素値を割り当てる補間演算を施すことにより、重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ を取得する。

【0074】

なお、統合画像の上記実数座標における重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ を補間演算により算出することなく、基準フレーム $F_r N$ を統合画像のサイズとなるように拡大または等倍して拡大または等倍基準フレームを取得し、統合画像におけるフレーム $F_r N+1$ の画素が割り当てられた実数座標の最近傍に対応する拡大または等倍基準フレームの画素について取得された重み係数 $\alpha(x, y)$ の値をその実数座標の重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ として用いてもよい。

【0075】

さらに、統合画像の整数座標における画素値 $I_1(x^\wedge, y^\wedge)$ 、 $I_2(x^\wedge, y^\wedge)$ が取得されている場合には、統合画像上に割り当てた重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ について上記と同様に荷重和を求めることにより、統合画像の整数座標における重み係数 $\alpha(x^\wedge, y^\wedge)$ を算出すればよい。

【0076】

合成手段8は、第1の補間フレーム $F_r H_1$ および第2の補間フレーム $F_r H_2$ を重み算出手段7により算出された重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ に基づいて重み付け加算するとともに荷重和演算を行うことにより、統合画像の整数座標において画素値 $F_r G(x^\wedge, y^\wedge)$ を有する合成フレーム $F_r G$ を取得する。具体的には、下記の式(15)により第1の補間フレーム $F_r H_1$ および第2の補間フレーム $F_r G_2$ の対応する画素の画素値 $I_1(x^\circ, y^\circ)$ 、 $I_2(x^\circ, y^\circ)$ を重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ により重み付け加算するとともに荷重和演算を行

い合成フレーム $F_r G$ の画素値 $F_r G(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を取得する。

【数 1 2】

$$FrG(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = \frac{\sum_{i=1}^k M_i \times [I_{2i}(x^{\circ}, y^{\circ}) + \alpha_i(x^{\circ}, y^{\circ}) \times \{I_{1i}(x^{\circ}, y^{\circ}) - I_{2i}(x^{\circ}, y^{\circ})\}]}{\sum_{i=1}^k M_i} \quad (15)$$

【0 0 7 7】

なお、式 (15) において、 k は合成フレーム $F_r G$ すなわち統合画像の整数座標 (x^{\wedge}, y^{\wedge}) の 8 近傍の整数座標に囲まれる領域に割り当てられたフレーム $F_r N + 1$ の画素の数であり、この割り当てられた画素がそれぞれ画素値 $I_1(x^{\circ}, y^{\circ})$ 、 $I_2(x^{\circ}, y^{\circ})$ および重み係数 $\alpha(x^{\circ}, y^{\circ})$ を有するものである。

【0 0 7 8】

本実施形態においては、基準フレーム $F_r N$ と座標変換フレーム $F_r T 0$ との相関が大きいほど、第 1 の補間フレーム $F_r H 1$ の重み付けが大きくなり、第 1 の補間フレーム $F_r H 1$ および第 2 の補間フレーム $F_r H 2$ の重み付け加算が行われる。

【0 0 7 9】

なお、統合画像の全ての整数座標に画素値を割り当てることができない場合がある。このような場合は、割り当てられた画素値に対して前述した空間補間手段 5 と同様の補間演算を施して、割り当てられなかった整数座標の画素値を算出すればよい。

【0 0 8 0】

また、上記では輝度成分 Y についての合成フレーム $F_r G$ を求める処理について説明したが、色差成分 C_b 、 C_r についても同様に合成フレーム $F_r G$ が取得される。そして、輝度成分 Y から求められた合成フレーム $F_r G(Y)$ および色差成分 C_b 、 C_r から求められた合成フレーム $F_r G(C_b)$ 、 $F_r G(C_r)$ を合成することにより、最終的な合成フレームが得られることとなる。なお、処

理の高速化のためには、輝度成分 Y についてのみ基準フレーム FrN とフレーム $FrN+1$ との対応関係を推定し、色差成分 Cb 、 Cr については輝度成分 Y について推定された対応関係に基づいて処理を行うことが好ましい。

【0081】

また、統合画像の整数座標について画素値を有する第 1 の補間フレーム $FrH1$ および第 2 の補間フレーム $FrH2$ 並びに整数座標の重み係数 $\alpha(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を取得した場合には、下記の式 (16) により第 1 の補間フレーム $FrH1$ および第 2 の補間フレーム $FrG2$ の対応する画素の画素値 $I1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ 、 $I2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を重み係数 $\alpha(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ により重み付け加算して合成フレーム FrG の画素値 $FrG(x, y)$ を取得すればよい。

【数 13】

$$FrG(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = \alpha(x^{\wedge}, y^{\wedge}) \times I1(x^{\wedge}, y^{\wedge}) + \{1 - \alpha(x^{\wedge}, y^{\wedge})\} \times I2(x^{\wedge}, y^{\wedge}) \quad (16)$$

【0082】

次いで、本実施形態の動作について説明する。図 9 は本実施形態において行われる処理を示すフローチャートである。なお、ここでは統合画像のフレーム $FrN+1$ の画素が割り当てられた実数座標について第 1 の補間フレーム $FrH1$ 、第 2 の補間フレーム $FrH2$ および重み係数 $\alpha(x^{\circ}, y^{\circ})$ を取得するものとして説明する。まず、サンプリング手段 1 に動画像データ $M0$ が入力され（ステップ $S1$ ）、ここで、動画像データ $M0$ から基準フレーム FrN およびフレーム $FrN+1$ がサンプリングされる（ステップ $S2$ ）。続いて、対応関係推定手段 2 により、基準フレーム FrN とフレーム $FrN+1$ との対応関係が推定される（ステップ $S3$ ）。

【0083】

そして、推定された対応関係に基づいて、座標変換手段 3 によりフレーム $FrN+1$ が基準フレーム FrN の座標空間に変換されて座標変換フレーム $FrT0$ が取得される（ステップ $S4$ ）。そして、相関値算出手段 6 により座標変換フレーム $FrT0$ と基準フレーム FrN との対応する画素の相関値 $d0(x, y)$ が算出される（ステップ $S5$ ）。さらに、相関値 $d0$ に基づいて重み算出手段 7 に

より重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ が算出される (ステップ S 6)。

【0084】

一方、推定された対応関係に基づいて、時空間補間手段 4 により第 1 の補間フレーム $FrH1$ が取得され (ステップ S 7)、空間補間手段 5 により第 2 の補間フレーム $FrH2$ が取得される (ステップ S 8)。

【0085】

なお、ステップ S 7 ~ S 8 の処理を先に行ってもよく、ステップ S 4 ~ S 6 の処理およびステップ S 7 ~ S 8 の処理を並列に行ってもよい。

【0086】

そして、合成手段 8 において上記式 (15) により第 1 の補間フレーム $FrH1$ の画素 $I1(x^\circ, y^\circ)$ および第 2 の補間フレーム $FrH2$ の画素 $I2(x^\circ, y^\circ)$ とが合成されて、画素 $FrG(x^\wedge, y^\wedge)$ からなる合成フレーム FrG が取得され (ステップ S 9)、処理を終了する。

【0087】

ここで、第 1 の補間フレーム $FrH1$ は、基準フレーム FrN およびフレーム $FrN+1$ に含まれる被写体の動きが小さい場合には、基準フレーム FrN およびフレーム $FrN+1$ よりも解像度が高い高精細な画像を表すものとなるが、基準フレーム FrN およびフレーム $FrN+1$ に含まれる被写体の動きが大きかったり動きが複雑な場合には、動いている被写体がぼけてしまっているものとなる。

【0088】

また、第 2 の補間フレーム $FrH2$ は第 1 の補間フレーム $FrH1$ と比較して 1 つの基準フレーム FrN のみしか補間演算に用いていないため、精細さは第 1 の補間フレーム $FrH1$ より劣るものの、1 つの基準フレーム FrN のみから得られるものであるため、被写体が大きく動いていても動きが複雑であっても、その被写体はぼけたものとはならない。

【0089】

さらに、重み算出手段 7 により算出される重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ は、座標変換済みフレーム $FrT0$ と基準フレーム FrN との相関が大きいほど第 1 の補

間フレーム $F_r H 1$ の重みが大きくされてなるものである。

【 0 0 9 0 】

ここで、各フレーム $F_r N$ 、 $F_r N + 1$ に含まれる被写体の動きが小さければ、座標変換済みフレーム $F_r T 0$ と基準フレーム $F_r N$ との相関は大きくなるが、被写体の動きが大きかったり複雑であったりすると、座標変換済みフレーム $F_r T 0$ と基準フレーム $F_r N$ との相関は小さくなる。したがって、取得された重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ に基づいて第 1 の補間フレーム $F_r H 1$ および第 2 の補間フレーム $F_r H 2$ を重み付け加算することにより、動きが小さい場合は高精細な第 1 の補間フレーム $F_r H 1$ が占める割合が多く、動きが大きい場合には動きのある被写体のぼけが少ない第 2 の補間フレーム $F_r H 2$ の占める割合が多い合成フレーム $F_r G$ が作成される。

【 0 0 9 1 】

このため、合成フレーム $F_r G$ は、基準フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N + 1$ に含まれる被写体の動きが大きい場合には被写体のぼけが少なく、被写体の動きが小さい場合には高精細なものとなり、これにより、基準フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N + 1$ に含まれる被写体の動きに拘わらず、高画質の合成フレーム $F_r G$ を得ることができる。

【 0 0 9 2 】

次いで、本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 1 0 は本発明の第 2 の実施形態による動画像合成装置の構成を示す概略ブロック図である。なお、第 2 の実施形態において第 1 の実施形態と同一の構成については同一の参照番号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 9 3 】

第 2 の実施形態においては、相関値算出手段 6 により算出された相関値 $d 0(x, y)$ に対してローパスフィルタによるフィルタリング処理を施すフィルタ手段 9 を設けた点が第 1 の実施形態と異なる。

【 0 0 9 4 】

フィルタ手段 9 に用いられるローパスフィルタの例を図 1 1 に示す。なお、ここでは 3×3 のローパスフィルタを用いるものとしたが、 5×5 あるいはそれ以

上のサイズのローパスフィルタを用いてもよい。また、メディアンフィルタ、最大値フィルタまたは最小値フィルタを用いてもよい。

【 0 0 9 5 】

そして、第2の実施形態においては、フィルタ手段9によりフィルタリングされた相関値 $d_0'(x, y)$ に基づいて、重み算出手段7により重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ が取得されて、合成手段8における重み付け加算に用いられる。

【 0 0 9 6 】

このように、第2の実施形態においては、相関値 $d_0(x, y)$ に対してローパスフィルタによるフィルタリング処理を施し、これにより得られた相関値 $d_0'(x, y)$ に基づいて重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ を取得しているため、統合画像上における重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ の変化が滑らかになり、その結果、相関が変化する領域における画像の変化を滑らかにすることができ、これにより、合成フレーム $F_r G$ の見え方を自然なものとすることができる。

【 0 0 9 7 】

なお、上記第1および第2の実施形態においては、基準フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N + 1$ の輝度色差成分 Y, C_b, C_r 毎に合成フレーム $F_r G$ を取得しているが、輝度成分 Y についてのみ合成フレーム $F_r G$ を取得し、色差成分 C_b, C_r については、基準フレーム $F_r N$ の色差成分 C_b, C_r を線形補間して色差成分の合成フレームを求めてもよく、色差成分 C_b, C_r について第1の補間フレーム $F_r H_1$ のみを取得し、これを色差成分の合成フレームとしてもよい。

【 0 0 9 8 】

また、フレーム $F_r N, F_r N + 1$ がRGBの色データからなる場合には、RGB各色データ毎に処理を行って合成フレーム $F_r G$ を取得してもよい。

【 0 0 9 9 】

また、上記第1および第2の実施形態においては、輝度色差成分 Y, C_b, C_r 毎に相関値 $d_0(x, y)$ を算出しているが、下記の式(17)に示すように、輝度成分の相関値 $d_{0Y}(x, y)$ 、色差成分の相関値 $d_{0C_b}(x, y)$ 、 $d_{0C_r}(x, y)$ を重み係数 a, b, c により重み付け加算することにより、

1 の相関値 $d_1(x, y)$ を算出し、この 1 の相関値 $d_1(x, y)$ を用いて輝度色差成分 Y , C_b , C_r それぞれについての重み係数 $\alpha(x, y)$ を算出してもよい。

【数 1 4】

$$d_1(x, y) = a \cdot d_0Y(x, y) + b \cdot d_0Cb(x, y) + c \cdot d_0Cr(x, y) \quad (17)$$

【0 1 0 0】

また、下記の式 (18) に示すように、座標変換フレーム $FrT0$ の輝度成分 $FrT0Y(x, y)$ および色差成分 $FrT0Cb(x, y)$, $FrT0Cr(x, y)$ と、基準フレーム FrN の $FrNY(x, y)$ および色差成分 $FrNCb(x, y)$, $FrNCr(x, y)$ との重み係数 a , b , c を用いたユークリッド距離を算出し、これを重み係数 $\alpha(x, y)$ を取得するための 1 の相関値 $d_1(x, y)$ としてもよい。

【数 1 5】

$$d_1(x, y) = \{a(FrToY(x, y) - FrNY(x, y))^2 + b(FrToCb(x, y) - FrNCb(x, y))^2 + c(FrToCr(x, y) - FrNCr(x, y))^2\}^{0.5} \quad (18)$$

【0 1 0 1】

また、上記第 1 および第 2 の実施形態においては、重み算出手段 7 において図 8 に示すようにテーブルを用いて重み係数 $\alpha(x, y)$ を取得しているが、図 12 に示すように、値が変化する境界部分において滑らかにかつ緩やかに重み係数 $\alpha(x, y)$ の値が変化する非線形のテーブルを用いてもよい。

【0 1 0 2】

このように、図 12 に示すような非線形のテーブルを用いることにより、相関が変化する局所領域において画像の変化の度合いが緩やかになるため、合成フレームの見え方を自然なものとすることができる。

【0 1 0 3】

また、上記第 1 および第 2 の実施形態においては、2 つのフレーム FrN , $FrN+1$ から合成フレーム FrG を取得しているが、3 以上の複数のフレームから合成フレーム FrG を取得してもよい。例えば、 T 個のフレーム $FrN+t'$

($0 \leq t' \leq T-1$) から合成フレーム $F_r G$ を取得する場合、基準フレーム $F_r N$ ($= F_r N + 0$) 以外の他のフレーム $F_r N + t$ ($1 \leq t \leq T-1$) について、基準フレーム $F_r N$ との対応関係を推定し、統合画像上に画素値を割り当てて複数の第 1 の補間フレーム $F_r H 1 t$ を得る。なお、第 1 の補間フレーム $F_r H 1 t$ の画素値を $I 1 t (x^\circ, y^\circ)$ とする。

【 0 1 0 4 】

また、基準フレーム $F_r N$ に対して、統合画像上のフレーム $F_r N + t$ の画素が割り当てられた座標（実数座標 (x°, y°) ）に画素値を割り当てる補間演算を施すことにより、フレーム $F_r N + t$ に対応した第 2 の補間フレーム $F_r H 2 t$ を取得する。なお、第 2 の補間フレーム $F_r H 2 t$ の画素値を $I 2 t (x^\circ, y^\circ)$ とする。

【 0 1 0 5 】

さらに、推定された対応関係に基づいて、対応する第 1 および第 2 の補間フレーム $F_r H 1 t$, $F_r H 2 t$ を重み付け加算する重み係数 $\alpha t (x^\circ, y^\circ)$ を取得する。

【 0 1 0 6 】

そして、互いに対応する第 1 および第 2 の補間フレーム $F_r H 1 t$, $F_r H 2 t$ を重み係数 $\alpha t (x^\circ, y^\circ)$ により重み付け加算するとともに荷重和演算を行うことにより、統合画像の整数座標において画素値 $F_r G t (x^\wedge, y^\wedge)$ を有する中間合成フレーム $F_r G t$ を取得する。具体的には、下記の式 (19) により第 1 の補間フレーム $F_r H 1 t$ および第 2 の補間フレーム $F_r H 2 t$ の対応する画素の画素値 $I 1 t (x^\circ, y^\circ)$, $I 2 t (x^\circ, y^\circ)$ を対応する重み係数 $\alpha t (x^\circ, y^\circ)$ により重み付け加算するとともに荷重和演算を行い、中間合成フレーム $F_r G t$ の画素値 $F_r G t (x^\wedge, y^\wedge)$ を取得する。

【数 1 6】

 $FrGt(x^{\wedge}, y^{\wedge})$

$$= \frac{\sum_{i=1}^k Mti \times [I2ti(x^{\circ}, y^{\circ}) + \alpha ti(x^{\circ}, y^{\circ}) \times \{I1ti(x^{\circ}, y^{\circ}) - I2ti(x^{\circ}, y^{\circ})\}]}{\sum_{i=1}^k Mti} \quad (19)$$

【0 1 0 7】

なお、式(19)において、 k は中間合成フレーム $FrGt$ すなわち統合画像の整数座標 (x^{\wedge}, y^{\wedge}) の8近傍の整数座標に囲まれる領域に割り当てられたフレーム $FrN+t$ の画素の数であり、この割り当てられた画素がそれぞれ画素値 $I1t(x^{\circ}, y^{\circ})$ 、 $I2t(x^{\circ}, y^{\circ})$ および重み係数 $\alpha t(x^{\circ}, y^{\circ})$ を有するものである。

【0 1 0 8】

そして、中間合成フレーム $FrGt$ を加算することにより合成フレーム FrG を取得する。具体的には、下記の式(20)により中間合成フレーム $FrGt$ を対応する画素同士で加算することにより、合成フレーム FrG の画素値 $FrG(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を取得する。

【数 1 7】

$$FrG(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = \sum_{t=1}^{T-1} FrGt(x^{\wedge}, y^{\wedge}) \quad (20)$$

【0 1 0 9】

なお、統合画像の全ての整数座標に画素値を割り当てることができない場合がある。このような場合は、割り当てられた画素値に対して前述した空間補間手段5と同様の補間演算を施して、割り当てられなかった整数座標の画素値を算出すればよい。

【0 1 1 0】

また、3以上の複数のフレームから合成フレーム FrG を取得する場合、統合画像の整数座標について画素値を有する第1の補間フレーム $FrH1t$ および第2の補間フレーム $FrH2t$ 並びに整数座標の重み係数 $\alpha t(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を取

得してもよい。この場合、各フレーム $FrN+t$ ($1 \leq t \leq T-1$) について、各フレーム $FrN+t$ の画素値 $FrN+t(x, y)$ を統合座標の全ての整数座標に割り当てて画素値 $I1N+t(\hat{x}, \hat{y})$ すなわち画素値 $I1t(\hat{x}, \hat{y})$ を有する第1の補間フレーム $FrH1t$ を取得する。そして、全てのフレーム $FrN+t$ について割り当てられた画素値 $I1t(\hat{x}, \hat{y})$ と第2の補間フレーム $FrH2t$ の画素値 $I2t(\hat{x}, \hat{y})$ とを加算することにより複数の中間合成フレーム $FrGt$ を取得し、これらをさらに加算して合成フレーム FrG を取得すればよい。

【0111】

具体的には、まず、下記の式(21)に示すように、全てのフレーム $FrN+t$ について、統合画像の整数座標における画素値 $I1N+t(\hat{x}, \hat{y})$ を算出する。そして、式(22)に示すように、画素値 $I1t(\hat{x}, \hat{y})$ と画素値 $I2t(\hat{x}, \hat{y})$ とを重み係数 $\alpha(\hat{x}, \hat{y})$ により重み付け加算することにより中間合成フレーム $FrGt$ を得る。そして、上記式(20)に示すように、中間合成フレーム $FrGt$ を加算することにより合成フレーム FrG を取得する。

【0112】

【数18】

$$\begin{aligned}
 I1N+t(\hat{x}, \hat{y}) &= \Phi(I1N+t(x^{\circ}, y^{\circ})) \\
 &= \{ (M1 \times I1N+t1(x^{\circ}, y^{\circ}) + M2 \times I1N+t2(x^{\circ}, y^{\circ}) + \dots + Mk \times I1N+tk(x^{\circ}, y^{\circ})) \} / (M1 + M2 + \dots + Mk) \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^k Mi \times I1N+ti(x^{\circ}, y^{\circ})}{\sum_{i=1}^k Mi} \quad (21)
 \end{aligned}$$

但し、 $I1N+t(x^{\circ}, y^{\circ}) = \Pi(FrN+t(x, y))$

$$FrGt(\hat{x}, \hat{y}) = \alpha(\hat{x}, \hat{y}) \times I1t(\hat{x}, \hat{y}) + \{1 - \alpha(\hat{x}, \hat{y})\} \times I2t(\hat{x}, \hat{y}) \quad (22)$$

【0113】

なお、3以上の複数のフレームから合成フレーム FrG を取得する場合、座標変換フレーム $FrT0$ は複数取得されるため、相関値および重み係数もフレーム

数に対応して複数取得される。この場合、複数取得された重み係数の平均値や中間値に対応する第 1 および第 2 の補間フレーム F_{rH1} , F_{rH2} を重み付け加算する際の重み係数としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態による動画像合成装置の構成を示す概略ブロック図

【図 2】

フレーム F_{rN+1} と基準フレーム F_{rN} との対応関係の推定を説明するための図

【図 3】

パッチの変形を説明するための図

【図 4】

パッチ P_1 と基準パッチ P_0 との対応関係を説明するための図

【図 5】

双 1 次内挿を説明するための図

【図 6】

フレーム F_{rN+1} の統合画像への割り当てを説明するための図

【図 7】

統合画像における整数座標の画素値の算出を説明するための図

【図 8】

重み係数を求めるテーブルを示す図（その 1）

【図 9】

本実施形態において行われる処理を示すフローチャート

【図 10】

本発明の第 2 の実施形態による動画像合成装置の構成を示す概略ブロック図

【図 11】

ローパスフィルタの例を示す図

【図 12】

重み係数を求めるテーブルを示す図（その 2）

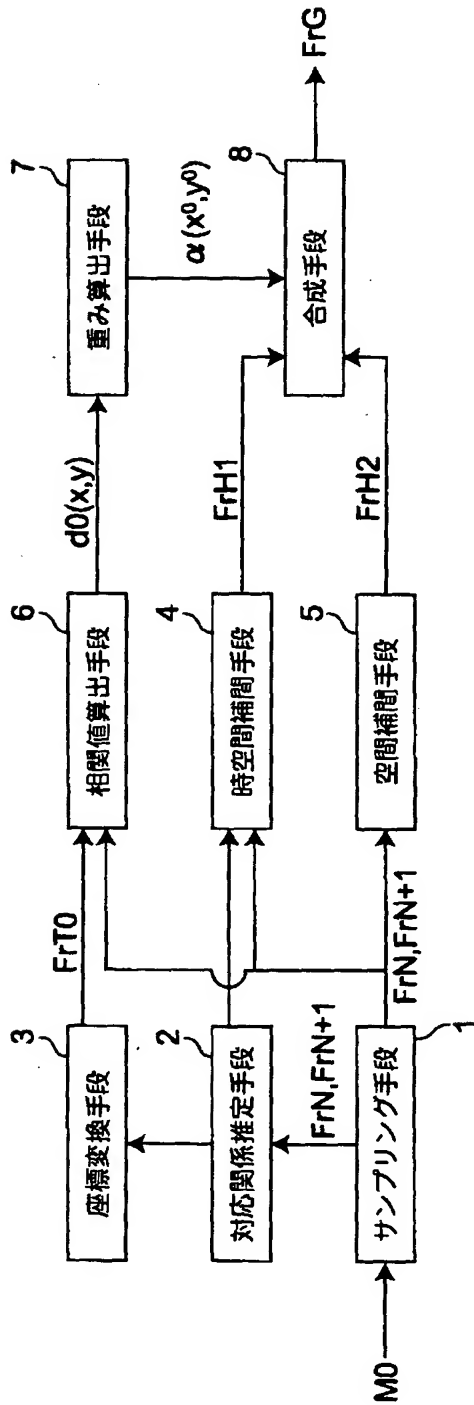
【符号の説明】

- 1 サンプルング手段
- 2 対応関係推定手段
- 3 座標変換手段
- 4 時空間補間手段
- 5 空間補間手段
- 6 相関値算出手段
- 7 重み算出手段
- 8 合成手段
- 9 フィルタ手段

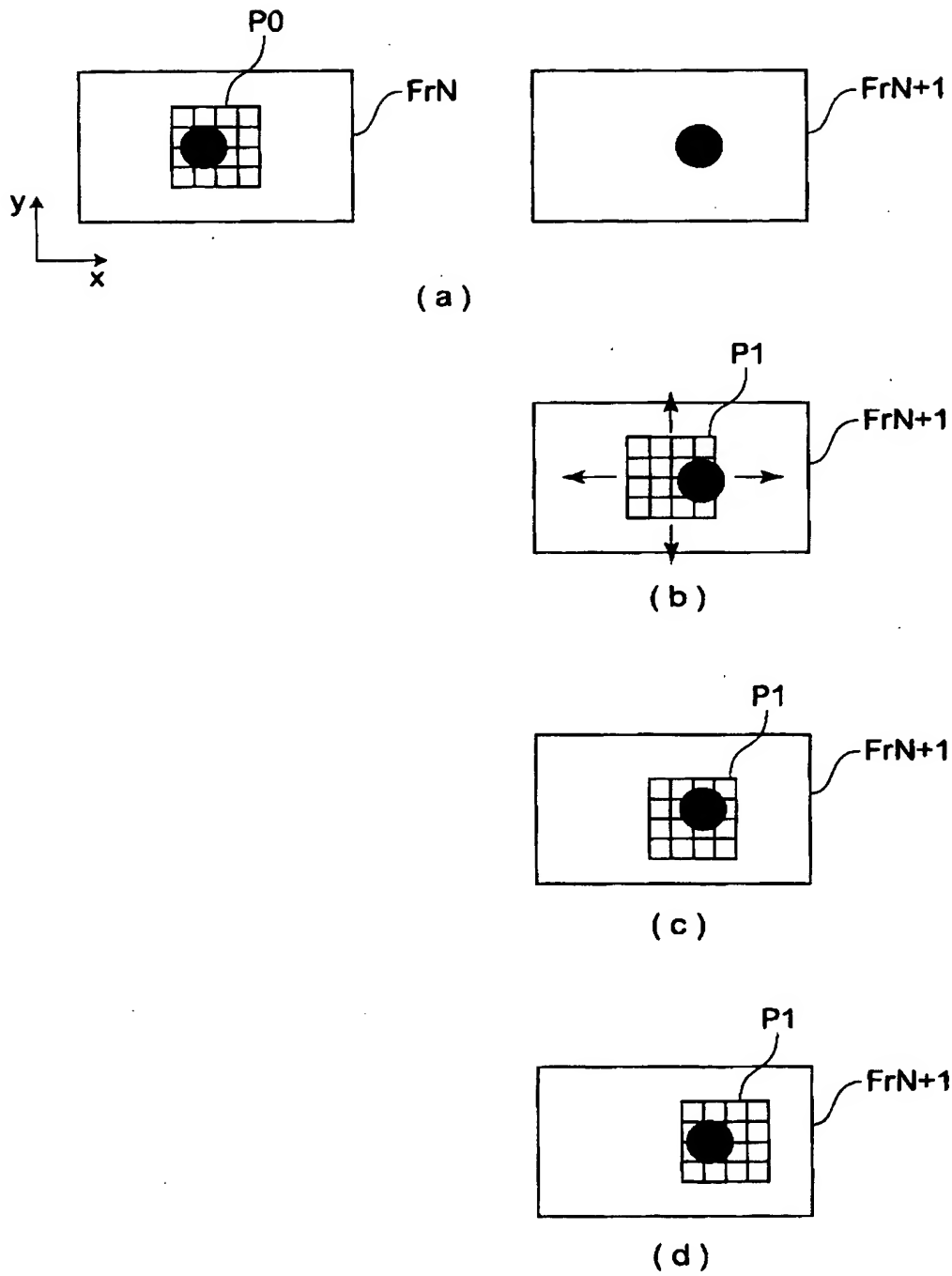
【書類名】

図面

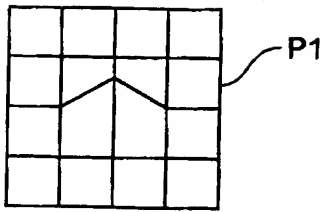
【図 1】



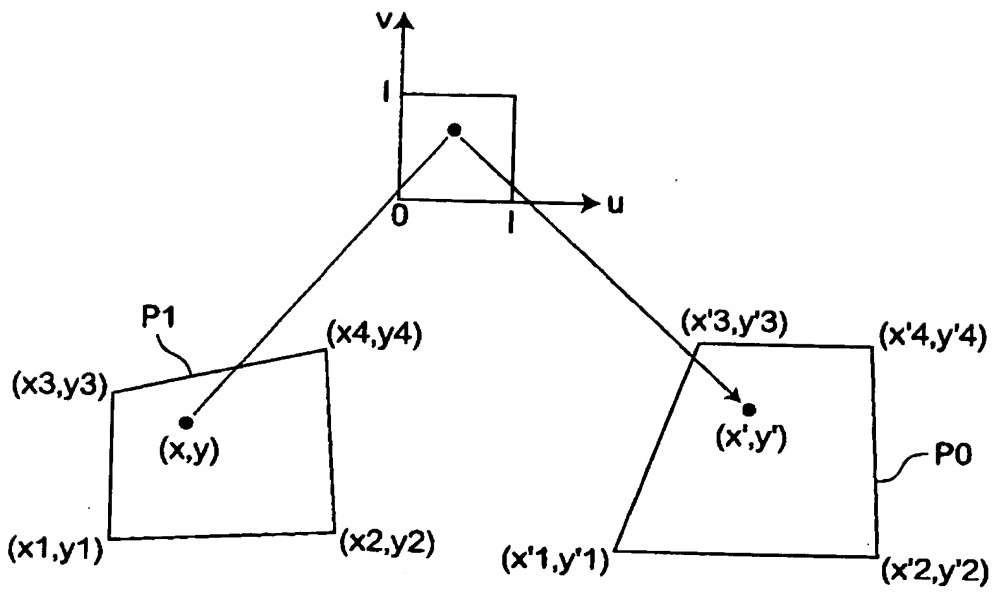
【図 2】



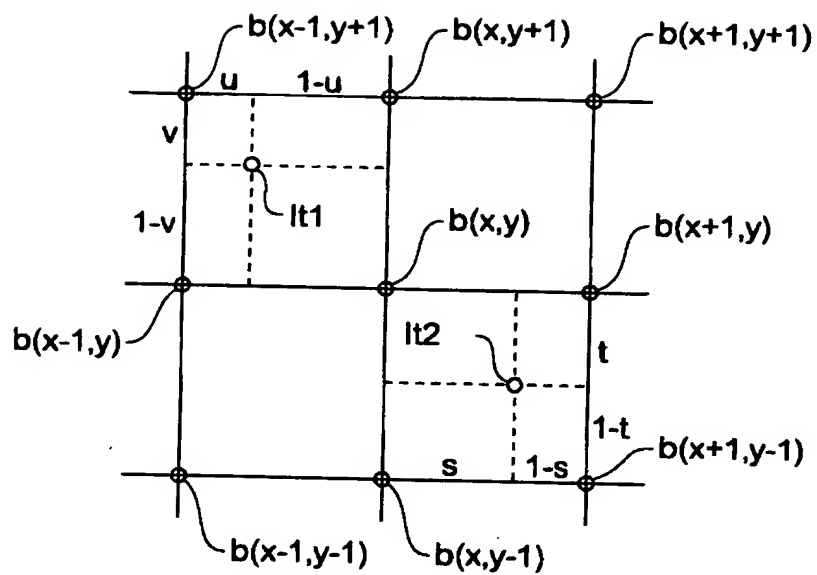
【図 3】



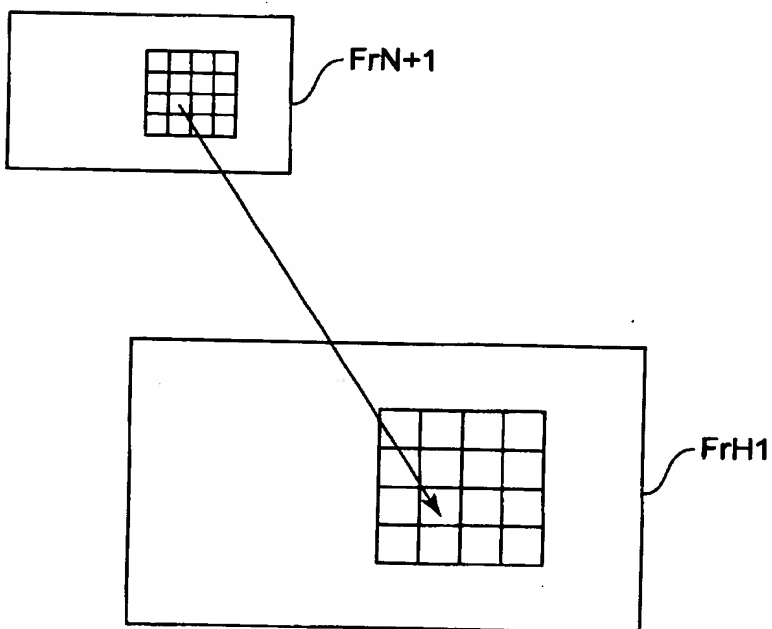
【図 4】



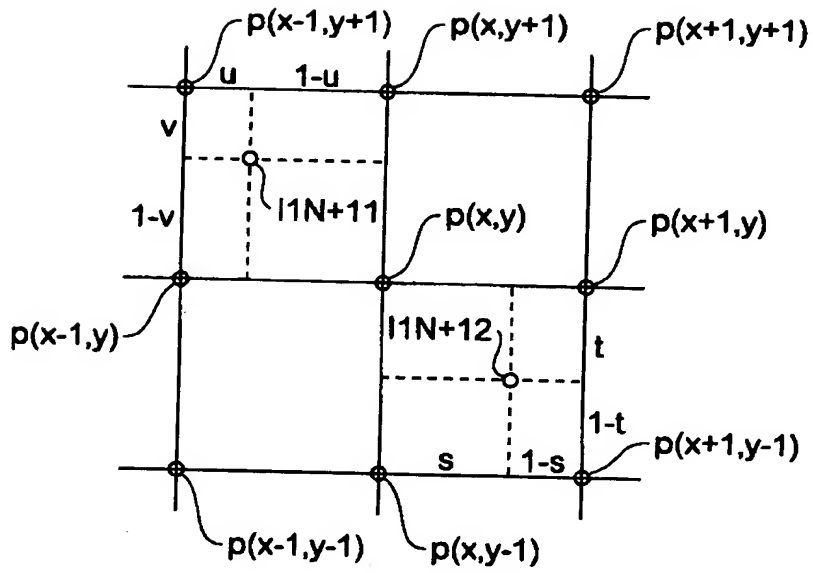
【図 5】



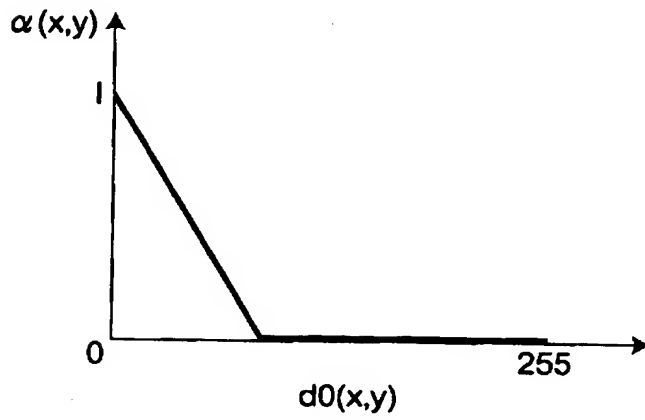
【図 6】



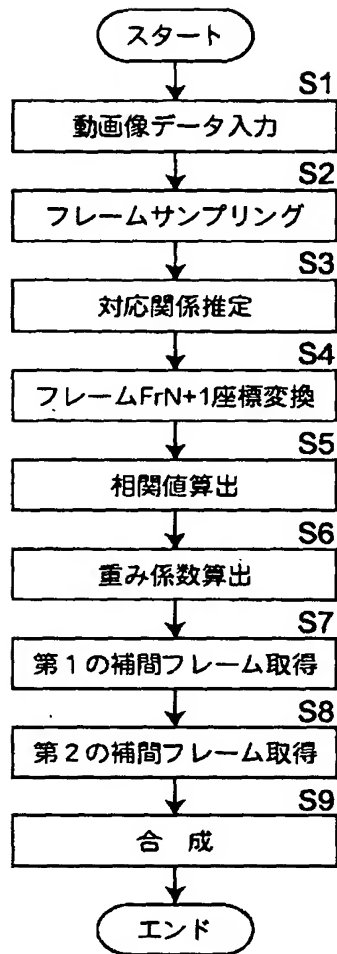
【図 7】



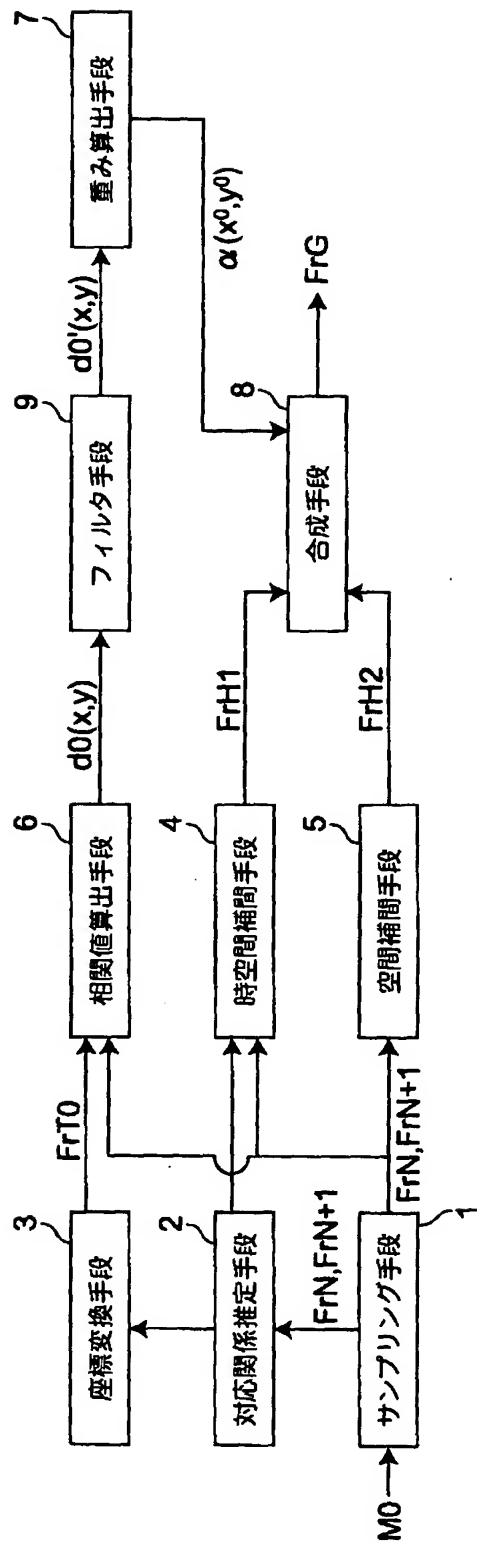
【図 8】



【図 9】



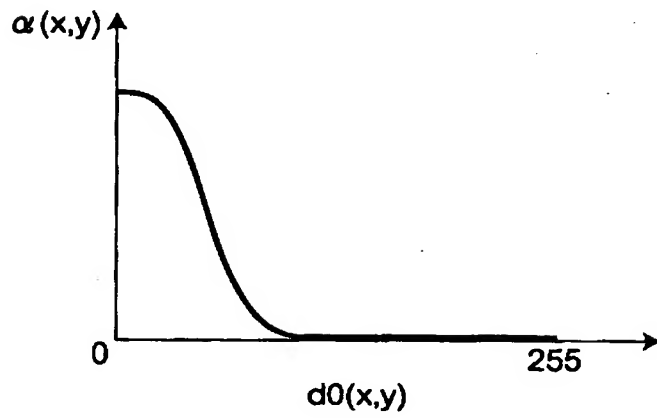
【図10】



【図 1 1】

1	1	1
1	1	1
1	1	1

【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 動画像データからサンプリングされた複数のフレームから1の高解像度フレームを得るに際し、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず画質の劣化を抑えた高解像度フレームを得る。

【解決手段】 複数のフレーム $F_r N$, $F_r N+1$ の対応関係を推定し、推定された対応関係に基づいて、フレーム $F_r N+1$ に補間演算を施して第1の補間フレーム $F_r H 1$ を得る。フレーム $F_r N$ に補間演算を施して第2の補間フレーム $F_r H 2$ を得る。対応関係に基づいてフレーム $F_r N+1$ を座標変換し、これとフレーム $F_r N$ との相関値から相関が大きいほど第1の補間フレーム $F_r H 1$ への重み付けを大きくした重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ を求める。そして、重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ により第1および第2の補間フレーム $F_r H 1$, $F_r H 2$ を重み付け加算して合成フレーム $F_r G$ を得る。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 4 9 2 1 2
受付番号	5 0 2 0 1 2 8 0 5 1 8
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 4 年 8 月 2 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 8月28日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3 - 1 8 - 3 新横 浜 K S ビル 7 階
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3 - 1 8 - 3 新横 浜 K S ビル 7 階
【氏名又は名称】	佐久間 剛

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名 富士写真フイルム株式会社